

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## EVACUATION OF VACUUM CONTAINER

Patent Number: JP4358531

Publication date: 1992-12-11

Inventor(s): KAGATSUME SATORU; others: 01

Applicant(s):: TOKYO ELECTRON LTD

Requested Patent:  JP4358531

Application Number: JP19910161023 19910605

Priority Number(s):

IPC Classification: B01J3/02

EC Classification:

Equivalents: JP3067842B2

### Abstract

PURPOSE:To perform vacuum evacuation at a high speed while preventing the whirling-up of particles.

CONSTITUTION:When a vacuum container 16 is evacuated by a vacuum pump 30 to discharge the gas in the container 16, at the beginning of evacuation, the vacuum pump 30 begins to rotate at a low speed and gradually increases in its number of rotations to perform evacuation at a low speed. Thereafter, the vacuum pump 30 is rotated at a high speed to perform evacuation at a high speed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公報番号

特開平4-358531

(43) 公開日 平成4年(1992)12月11日

(51) Int.Cl.  
B01J 3/02  
// H01L 21/205識別記号 原内受理番号  
M 2102-4C  
7739-1M

F:

技術表示図所

(21) 出願番号 特開平3-161023

(22) 出願日 平成3年(1991)6月6日

(71) 出願人 000219957  
東京エレクトロン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号

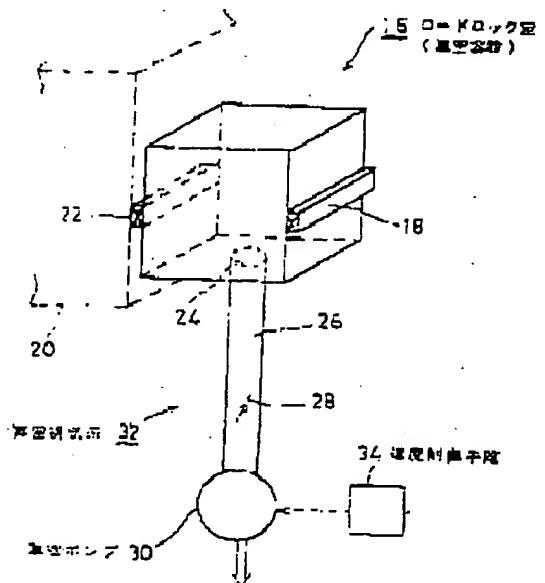
(72) 发明者 加賀爪 伸  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内

(73) 司明者 戸澤 伸  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 井理士 滝井 雄弘

(54) 【発明の名称】 真空容器の排気方法

## (57) 【要約】

【目的】 パーティクルの巻き上がりを抑制しつつ高  
速の真空排気ができる排気方法を提供する。【構成】 真空容器18内の気体を真空ポンプ30により  
より真空引きする際、真空引きの初期においては上部真  
空ポンプ30を低速で回転し始めて次第に回転数を増す  
ことにより低速で真空引きし、その後、真空ポンプ30  
を高速で回転させて高速で真空引きする。

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-358531

(43)公開日 平成4年(1992)12月11日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 01 J 3/02

M 2102-4G

// H 01 L 21/205

7739-4M

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-161023

(22)出願日 平成3年(1991)6月5日

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号

(72)発明者 加賀爪 哲

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京

エレクトロン株式会社内

(72)発明者 戸澤 孝

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京

エレクトロン株式会社内

(74)代理人 弁理士 浅井 章弘

(54)【発明の名称】 真空容器の排気方法

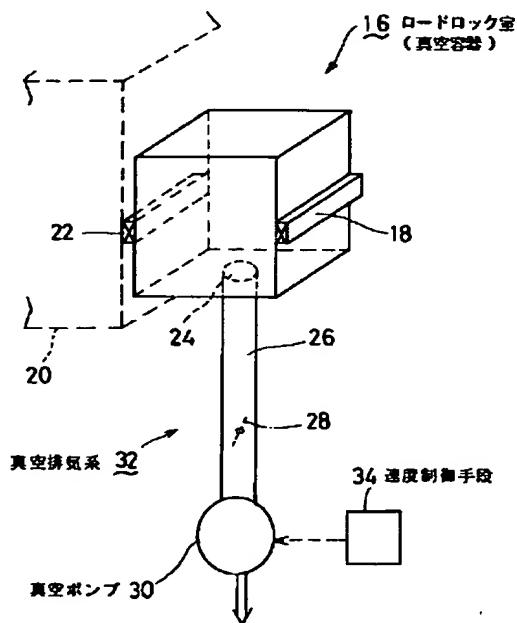
PTO 2002-3734

S.T.I.C. Translations Branch

(57)【要約】

【目的】 パーティクルの巻き上がりを抑制しつつ高速の真空排気ができる排気方法を提供する。

【構成】 真空容器16内の気体を真空ポンプ30により真空引きする際、真空引きの初期においては上記真空ポンプ30を低速で回転し始めて次第に回転数を増すことにより低速で真空引きし、その後、真空ポンプ30を高速で回転させて高速で真空引きする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内の気体を真空ポンプにより真空排気する真空容器の排気方法において、真空排気の初期においては、前記真空ポンプを低速で回転し始めると共に、次第にその回転数を増加させて低速で真空引きし、その後、前記真空ポンプを高速回転させて高速で真空引きするように構成したことを特徴とする真空容器の排気方法。

【請求項2】 前記真空ポンプを低速回転させて低速で真空引きする期間は、真空引き開始後から1秒以上60秒以下の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の真空容器の排気方法。  
10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、真空容器の排気口構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、例えば半導体製品を製造する場合には、その製造過程における各処理プロセスにおいて各種の真空容器、例えば成膜処理等を行なう処理容器、或いはこれらの処理容器等の前段に配置されるロードロック室等が存在する。ところで半導体製造においては、いかにして歩留まりを向上させるかが大きな問題となっているが、その対策の一つとして、不良品発生の原因となるパーティクルが各種の処理プロセスにおいて介在することを極力避けるようになされている。例えば、上記ロードロック室を例にとれば、この真空容器の従来の排気口の構造は、図2に示すように直方体状の開口部に比較的管径の大きなメイン排気管6をフランジ8等により直接取付けている。そして、このメイン排気管6に、これよりも管径が小さくて有効断面積を絞ったバイパス排気管10を並列に設け、真空容器2内を真空ポンプ12で真空引きするように構成されている。また、この真空容器2内には、図示しないアーム等により支持されて半導体ウエハ14を収容し得るように構成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、真空容器を真空引きする場合に、過度に気体の流速が速いと容器内のパーティクルを巻き上げてしまい、これが半導体ウエハ表面に付着して不良の原因となるので、容器2内を大気圧から粗引きするときには有効断面積を絞ったバイパス排気管10を用いることにより排気速度を落として真空引きし、これにより気体流速を落としていた。そして、容器2内の圧力がある程度まで低下したならば上記バイパス排気管8から有効判断面積の大きなメイン排気管6に切り替えて真空引きしていた。しかしながら、上述したようなスローな真空引きにあっては、所定の真空度に達するまでに比較的長い時間を要し、半導体製造のスループットを低下させてしまうという改善点を有していた。

【0004】 また、上記したバイパス排気管6が絞られているといえども、真空容器2と真空排気系との間に圧力差をもっていることはかわりがなく、従って、バイパス排気管6のバルブを開いた時に容器内のパーティクルに対して運動エネルギーを与えてしまい、これが巻き上がって長時間排出されずに容器内に浮遊して半導体ウエハの表面に付着するという改善点を有している。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、パーティクルの巻き上がりを抑制しつつ高速の真空排気ができる真空容器の排気方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、以上のような問題点を解決するために、真空容器内の気体を真空ポンプにより真空排気する真空容器の排気方法において、真空排気の初期においては、前記真空ポンプを低速で回転し始めると共に、次第にその回転数を増加させて低速で真空引きし、その後、前記真空ポンプを高速回転させて高速で真空引きするように構成したものである。

## 【0006】

【作用】 本発明は、以上のように構成したので、真空排気の初期の粗引き時においては、真空容器内の気体は大気圧からゆっくりと低速で排気されるので、パーティクルの巻き上げの原因となる気体の乱流が生ずることがない。また、真空引きの開始時に、容器内と真空排気系との間に圧力差を生ぜしめないので、容器内のパーティクルに運動エネルギーを与えることがない。

## 【0007】

【実施例】 以下に、本発明に係る真空容器の排気方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。まず、図1に基づいて本発明方法を実施するための装置について説明する。図1においては、本発明方法を実施するための真空容器としてロードロック室16が示されており、このロードロック室16は、例えばステンレススチール等によりほぼ直方体状に形成されており、このロードロック室16の一側には、大気側に通じるゲートバルブ18が設けられていると共に、他側には、半導体ウエハを処理するための真空処理容器20がゲートバルブ22を通して連通可能に接続されている。そして、このロードロック室16内には、上記半導体ウエハを搬送する図示しないロボットアームなどが収容されており、これを屈伸させることにより、上記真空処理容器20内を大気開放することなく半導体ウエハの取り入れ、取り出しを行い得るように構成されている。

【0008】 そして、上記ロードロック室16の底部には、排気口24が開口して形成されており、この排気口24には、排気管26が接続されている。そして、この排気管26の途中には、開閉バルブ28が介設されると共に、更にこの開閉バルブ28の下流側には、例えばロータリーポンプ或いはドライポンプ等よりなる真空ポンプ

30が介設されており、全体として真空排気系32を構成している。そして、上記真空ポンプ30は、この回転速度を制御するために、例えばインバータ等を内蔵する速度制御手段34に電気的に接続されており、この制御手段34は、本発明方法を実施するように上記真空ポンプ30の回転を制御するプログラム等が予め記憶されたROM等を有している。

【0009】次に、以上のように構成された装置を用いて本発明方法の実施例を説明する。まず、このロードロック室16内に半導体ウエハ(図示せず)を収容する場合には、この側部に設けたゲートバルブ18を開き、図示しないロボットアームを使用して大気圧のクリーンルーム側から半導体ウエハを内部に取り込み、このゲートバルブ18を閉じて、室内を密閉状態にする。尚、この間、真空排気系32に設けた真空ポンプ30は停止させておく。このように、半導体ウエハの受け入れが完了したならば、次に真空排気操作に移行する。まず、上述のように真空排気系32の真空ポンプ30を停止させた状態で排気管26の開閉バルブ28を開いた状態とし、その後、この真空ポンプ30を速度制御手段34により、例えばインバータ制御にて初期においては、低速で回転はじめ、そして、次第にポンプ30の回転数を増加させる。このように、排気の初期においては、すなわちバルブ28を開いたときには、真空容器内と排気系32はともに大気圧であるために、これらの間には圧力差がなく、従って、パーティクルに不必要的運動エネルギーを与えることがないので、この巻き上げが発生することはない。

【0010】そして、真空容器内が大気圧に近い圧力範囲では、ポンプ30の低速回転により排気速度を押さえているので排気のレイノズル数は小さく、気体は乱流ではなく層流状態となって排気され、パーティクルの巻き上がりは生じない。このようにして、真空ポンプ30の回転数を次第に増加させて、ポンプ30の運転開始後、例えば10秒間かけてこの回転数を定常の高速回転数、すなわちほぼフルパワーに持つて行き、高速で真空引きを行なう。この時のポンプ30の回転数の増加パターンは、図3中の実線で示すように、10秒間かけて直線的に回転数を増加させててもよいし、或いは1点鎖線で示すようにS字を描くように回転数を増加させててもよい。また、この2種類のパターンに限らず、例えば階段状に段階的に回転数を増加するようにしてもよい。

【0011】また、上記実施例のあっては、低速真空引きの期間、すなわちポンプ30の回転数をフルパワーまで持つて行く期間を10秒に設定したが、これに限定されず、パーティクルの巻き上げが生ぜず且つ真空排気時間が長時間化しない範囲、例えば好ましくは1秒から60秒までの範囲内に設定する。一般に、運動エネルギーをほとんど持っていないパーティクル等が気体の流れにあまり影響を受けずに重力で容易に落下する旁開気圧力

は、ほぼ7.5 Torr以下であるが、大気圧からこの圧力まで如何に乱流を生ぜしめることなく容器内を迅速に真空引きするかが大きなポイントとなるが、前記した1秒から60秒の範囲内で低速引きの期間を設定することにより、排気時間を長引かせることなく容器内圧力7.5 Torr近傍までパーティクルの巻き上げを防止しつつ真空排氣することが可能となる。

【0012】このように、大気圧に近い圧力範囲では排気速度を押さえ、圧力の低下にともなって排気速度を次第に上げることによって、乱流の発生を抑制しつつ高速の真空排氣が可能となり、付着パーティクルの少ない半導体ウエハを真空処理容器20側へ移載することが可能となる。尚、上記実施例にあっては、本発明方法をロードロック室に適用した場合について説明したが、これに限定されず、他の真空容器、例えば真空反応容器自体にも適用できるのは勿論である。

【0013】次に、本発明方法と従来の排気方法との実験結果を図4乃至図8に基づいて説明する。この実験に用いた装置は、図1に示すような装置において、真空容器16の容量は50リットル、排気管26の内径は50mmで、容器16と真空ポンプ30との間は2mに設定し、真空ポンプ30の能力は80m<sup>3</sup>/時間のものを使用した。図4は、真空ポンプ駆動開始後、直線的に回転数を増加して10秒間かけてフルパワーに持つていった場合の立ち上がりパターンを示し、図5は、30秒間かけてフルパワーに持つていった場合の立ち上がりパターンを示し、図6は、60秒間かけてフルパワーに持つて行った場合の立ち上がりパターンを示し、図7は、立ち上げ時に開閉バルブを閉じて真空ポンプをフルパワーで回転させて容器側と圧力差を形成しておき、この状態で開閉バルブを開いた場合の立ち上がりパターンを示し、図8は、排気管として前記実験例の1/4の径の排気管を用いてスロー真空排氣を行なった場合の立ち上がりパターンを示す。

【0014】尚、各プロットの上の数字は、容器内部のパーティクル数を示し、下の数字は、排気口のパーティクル数を示す。パーティクルの数は、レーザ光の乱反射率を計測することによって間接的に求めた。図示するように、本発明方法に係る図4、図5、図6によれば、真空排氣初期に圧力差を設けず且つ排気速度を比較的おさえた場合には、容器内パーティクル数はかなり少くなり、パーティクルの巻き上げが抑制されて良好な結果を得ることができることが判明する。これに対して、図7に示すように初期に圧力差を設けて当初よりポンプをフルパワーで真空引きした場合には、圧力の低下は早いが容器内部パーティクル数は46となって先の例と比較するとパーティクルの巻き上げがかなり多くなってしまい、好ましくないことが判明する。

【0015】また、図8に示すようにスロー排氣を行なった場合には、この場合にも、容器内部パーティクル数

は、例えば最初は4.1となってかなり多く、パーティクルの巻き上げが多いことを示し、しかも排気時間も長時間を要し、特に好ましくないことが判明する。これは、スロー真空排気と称しながらも、排気管の管径を小さくすることにより、かなり流速が早くなるために上記した好ましくない結果になったものと思われる。また、図9は、図4乃至図7の真空排気の初期における容器内部パーティクル数の積算数をプロットしたものであるが、これによれば、前述のごとく、真空ポンプ始動後、1秒から60秒の範囲内で立ち上がり時間（真空ポンプをフルパワーにするまでの時間）を設定することが、好ましいことが判明する。

## 【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次のような優れた作用効果を発揮することが可能となる。初期に圧力差を設けず、大気圧に近い圧力範囲では排気速度を低くおさえて、圧力の降低にともなって排気速度を上げるようにしたので、乱流の発生を抑制しつつ真空排気を高速で行なうことが可能となり、スループットを向上させることができる。また、パーティクルの巻き上げを抑制することができるので、歩留まりの向上にも寄与することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る真空容器の排気方法を実施するための真空容器を示す構成図である。

【図2】従来の真空容器の排気方法を説明するための説明図である。

【図3】本発明に係る方法により制御される真空ポンプの出力を示すグラフである。

【図4】本発明に係る方法により立ち上がり時間10秒の立ち上がりパターンを示すグラフである。

【図5】本発明に係る方法により立ち上がり時間30秒の立ち上がりパターンを示すグラフである。

【図6】本発明に係る方法により立ち上がり時間60秒の立ち上がりパターンを示すグラフである。

【図7】従来の排気方法の立ち上がりパターンの一例を示すグラフである。

【図8】従来の排気方法の立ち上がりパターンの他の例を示すグラフである。

【図9】本発明に係る方法の立ち上がり時間の相異に対する容器内部パーティクル数を示すグラフである。

## 【符号の説明】

16 ロードロック室（真空容器）

20 真空処理容器

24 排気口

26 排気管

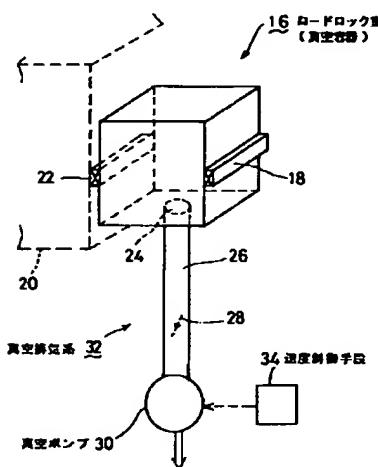
28 開閉バルブ

30 真空ポンプ

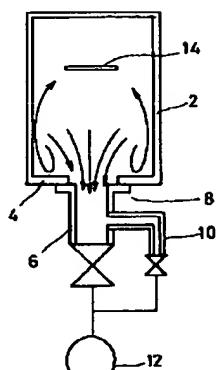
32 真空排気系

34 速度制御手段

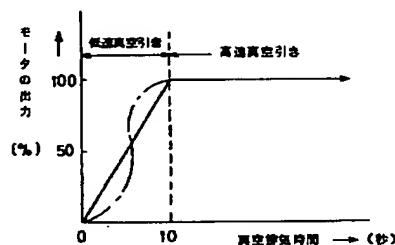
【図1】



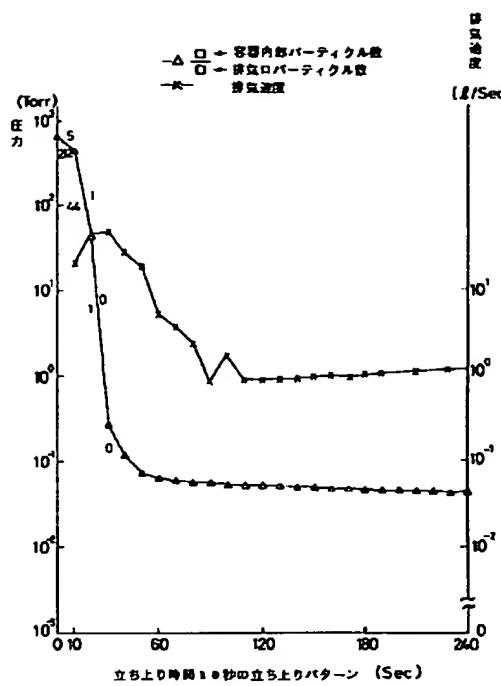
【図2】



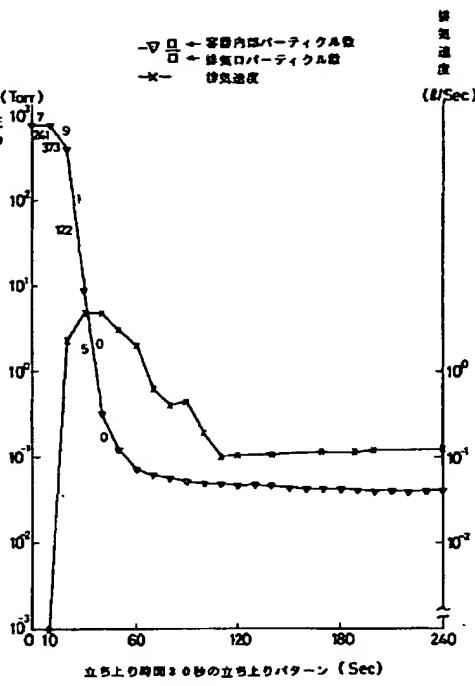
【図3】



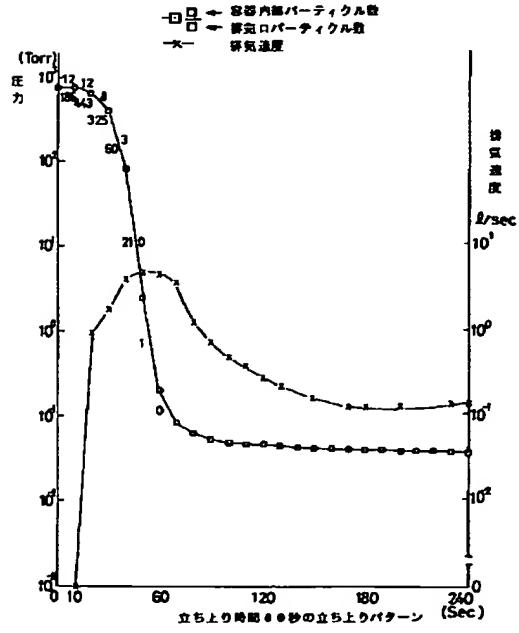
【図4】



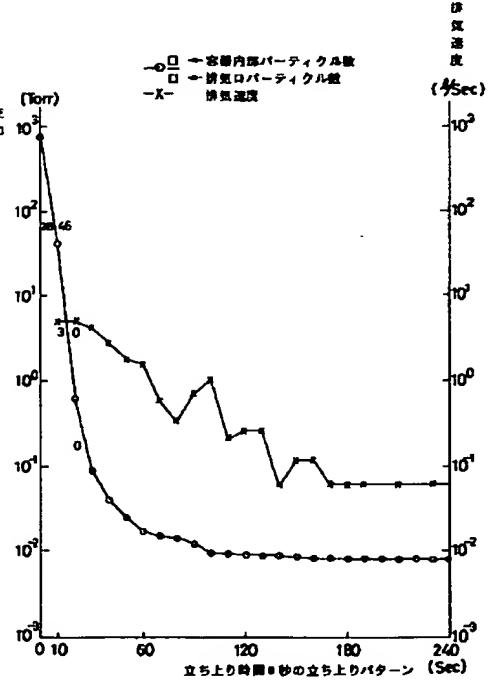
【図5】



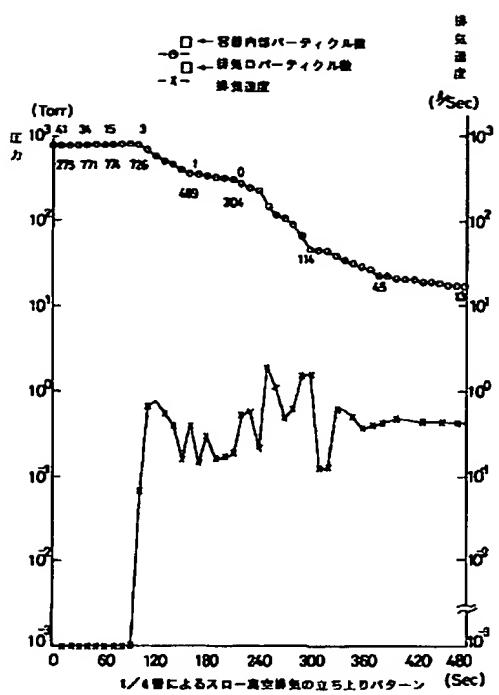
【図6】



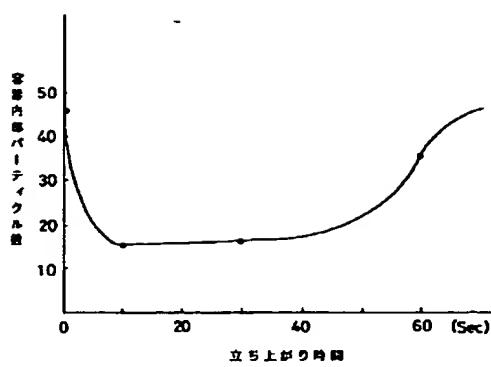
【図7】



【図8】



【図9】



12.  1/5/12 (Item 6 from file: 347)

03993431 \*\*Image available\*\*

## EVACUATION OF VACUUM CONTAINER

**Pub. No.:** 04-358531 [JP 4358531 A ]

**Published:** December 11, 1992 (19921211)

**Inventor:** KAGATSUME SATORU

TOZAWA TAKASHI

**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD [367410] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application No.:** 03-161023 [JP 91161023]

**Filed:** June 05, 1991 (19910605)

**International Class:** [ 5 ] B01J-003/02; H01L-021/205

**JAPIO Class:** 13.1 (INORGANIC CHEMISTRY -- Processing Operations); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

**Journal:** Section: C, Section No. 1054, Vol. 17, No. 221, Pg. 88, May 07, 1993 (19930507)

### ABSTRACT

**PURPOSE:** To perform vacuum evacuation at a high speed while preventing the whirling-up of particles.

**CONSTITUTION:** When a vacuum container 16 is evacuated by a vacuum pump 30 to discharge the gas in the container 16, at the beginning of evacuation, the vacuum pump 30 begins to rotate at a low speed and gradually increases in its number of rotations to perform evacuation at a low speed. Thereafter, the vacuum pump 30 is rotated at a high speed to perform evacuation at a high speed.

JAPIO (Dialog® File 347): (c) 2002 JPO & JAPIO. All rights reserved.

BEST AVAILABLE COPY

1/5/5 (Item 5 from file: 351)

009338115    \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1993-031578/199304

Vacuum evacuation of vessel, avoiding turbulence - rotates  
pump at low rpm initially, gradually increased and then rotates  
high rpm

Patent Assignee: TOKYO ELECTRON LTD (TKEL )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 4358531	A	19921211	JP 91161023	A	19910605	199304
JP 3067842	B2	20000724	JP 91161023	A	19910605	200040

Priority Applications (No Type Date): JP 91161023 A 19910605

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 4358531	A	6	B01J-003/02	
JP 3067842	B2	6	B01J-003/02	Previous Publ. patent JP 435

Abstract (Basic): JP 4358531 A

In initial vacuum evacuation, vacuum pump rotates at low  
then rpm is gradually increased although till at low rpm. The  
vacuum pump is rotated at high rpm so that vacuum evacuation  
effected at high speed.

ADVANTAGE - Vacuum evacuation can be effected at high sp  
occurrence of turbulence is being prevented.

1

Dwg.1/9

Derwent Class: J04; L03; U11

International Patent Class (Main): B01J-003/02

International Patent Class (Additional): H01L-021/205

PTO 2002-3734

Japan, Kokai  
4-35831  
358531

METHOD FOR EXHAUSTING VACUUM VESSEL  
[Shinku Yoki No Haiki Hoho]

Tetsu Kagaso and Takashi Tozawa



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. August, 2002

Translated by Schreiber Translations, Inc.

Country : Japan  
Document No. : 4-358531  
Document type : Kokai  
Language : Japanese  
Inventors : Tetsu Kagaso and Takashi Tozawa  
Applicant : Tokyo Electron Ltd.  
IPC : B 01 J 3/02  
//H 01 L 21/205  
Application date : June 5, 1991  
Publication date : December 11, 1992  
Foreign Language Title : Shinku Yoki No Haiki Hoho  
English Title : METHOD FOR EXHAUSTING VACUUM VESSEL

Abstract

/1\*

Purpose: To provide an exhaust method that enables a high-speed vacuum exhaust while suppressing winding-up of particles.

Constitution: In vacuuming a gas in a vacuum vessel 16 by a vacuum pump 30, the above-mentioned vacuum pump 30 starts to be rotated at low speed at the initial stage of the vacuuming, and its number of rotation is gradually increased, so that the vacuuming is carried out at low speed. Then, the vacuuming is carried out at high speed by rotating the vacuum pump 30 at high speed.

---

\*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

1. Title of the Invention: METHOD FOR EXHAUSTING VACUUM VESSEL

2. Claims

1. A method for exhausting a vacuum vessel, characterized by the fact that in a method for exhausting a vacuum vessel that vacuum-exhausts a gas in a vacuum vessel by a vacuum pump, the above-mentioned vacuum pump starts to be rotated at low speed at the initial stage of the vacuum exhaust; its number of rotation is gradually increased, so that the vacuuming is carried out at low speed; and the vacuuming is then carried out at high speed by rotating the above-mentioned vacuum pump at high speed.

2. The method for exhausting a vacuum vessel of Claim 1, characterized by the fact that the vacuuming period at low speed through the rotation of the above-mentioned vacuum pump at low speed is in a range of 1-60 sec from the vacuuming start.

3. Detailed explanation of the invention

[0001]

(Industrial application field)

The present invention pertains to an exhaust port structure of a vacuum vessel.

[0002]

(Prior art)

In general, for example, in case a semiconductor product is

manufactured, there are various kinds of vacuum vessels such as treatment vessel for film formation treatment, etc., or load lock chamber, etc., being arranged at the front stage of these treatment vessels in each treatment process in the manufacturing processes. On the other hand, in the semiconductor manufacture, the improvement of the yield is a big issue, and as one of its measures, particles resulting in the generation of an inferior product are extremely avoided from being interposed in various kinds of treatment processes. For example, in the above-mentioned load lock chamber, as a conventional exhaust port structure of the vacuum vessel, as shown in Figure 2, a main exhaust pipe 6 with a relatively large pipe diameter has been directly installed at an opening part with a rectangular parallelepiped shape by flange 8, etc. Then, a bypass exhaust pipe 10, which has a pipe diameter smaller than that and has a throttled effective sectional area, is installed in parallel in the main exhaust pipe 6, and the inside of the vacuum vessel 2 is vacuumed by a vacuum pump 12. Also, a semiconductor wafer 14 can be supported by arms, which are not shown in the figure, and housed in the vacuum vessel 2.

[0003]

(Problems to be solved by the invention)

On the other hand, in case the vacuum vessel is vacuumed, if the flow velocity of a gas is excessively high, particles in the vessel are wound up, so that they are attached to the semiconductor wafer surface, resulting in an inferiority. Thus,

when the inside of the vessel 2 is roughly vacuumed from an atmospheric pressure, the vacuuming is carried out while dropping the vacuum speed by using by the bypass exhaust pipe 10 with a throttled effective sectional area. Thus, the flow velocity of the gas has been dropped. Then, if the pressure in the vessel 2 is lowered to a certain degree, the above-mentioned bypass exhaust pipe 8 is switched to the main exhaust pipe 6 with a large effective sectional area, and the vacuuming is carried out. However, in the above-mentioned slow vacuuming, a relatively long time is required until reaching a prescribed degree of vacuum, and the throughput of the semiconductor manufacture is lowered.

[0004] Also, although the above-mentioned bypass exhaust pipe 6 is throttled, there is still a pressure difference between the vacuum vessel 2 and the vacuum exhaust system. Therefore, when the valve of the bypass exhaust pipe 6 is opened, a kinetic energy is given to the particles in the vessel, so that they are wound up and are floated in the vessel without being discharged for a long time. Thereby, the particles are attached to the surface of the semiconductor wafer. Considering the above-mentioned problems, the present invention has been created to solve them. The purpose of the present invention is to provide a method for exhausting a vacuum vessel that enables a high-speed vacuum exhaust while suppressing winding-up of particles.

[0005]

(Means to solve the problems)

In order to achieve the above-mentioned purpose, according

to the constitution of the present invention, in a method for exhausting a vacuum vessel that vacuum-exhausts a gas in a vacuum vessel by a vacuum pump, the above-mentioned vacuum pump starts to be rotated at low speed at the initial stage of the vacuum exhaust, and its number of rotation is gradually increased, so that the vacuuming is carried out at low speed. Then, the vacuuming is carried out at high speed by rotating the above-mentioned vacuum pump at high speed.

[0006]

(Operation)

According to the present invention with the above-mentioned constitution, at the initial rough vacuuming of an vacuum exhaust, since a gas in the vacuum vessel is slowly exhausted at low speed from the atmospheric pressure, a turbulent flow of the gas being a cause for winding-up of particles is not generated. Also, when the vacuuming is started, since no pressure difference is generated between the vacuum inside and the vacuum exhaust system, no kinetic energy is given to the particles in the vessel.

[0007]

(Application example)

Next, an application example of the method for exhausting a vacuum vessel of the present invention is mentioned in detail based on the attached figures. First, based on Figure 1, an apparatus for applying the method of the present invention is explained. In Figure 1, a load lock chamber 16 is formed in a

nearly rectangular parallelepiped shape of stainless steel, etc., and a gate valve 18 being connected to the atmosphere side is installed at one side of the load lock chamber 16, and a vacuum treatment vessel 20 for treating semiconductor wafers is connected via a gate valve 22 to the other side. Then, in the load lock chamber 16, robot arms, which are not shown in the figure, for carrying the above-mentioned semiconductor wafers are housed, and with the bending and extension of the robot arms, the semiconductor wafers can be introduced and drawn out without opening the inside of the above-mentioned vacuum treatment vessel 20 to the air.

[0008] Then, an exhaust port 24 is opened at the bottom of the above-mentioned load lock chamber 16, and an exhaust pipe 26 is connected to the exhaust port 24. Then, an opening and closing valve 28 is interposed in the middle of the exhaust pipe 26, and at the downstream of the opening and closing valve 28, for example, a vacuum pump 30 consisting of a rotary pump or dry pump

/3

is interposed. In this way, a vacuum exhaust system 32 as a whole is constituted. Then, the above-mentioned vacuum pump 30 is electrically connected to a speed control means 34 in which inverter, etc., are housed to control the rotational speed, and the control means 34 has a ROM in which programs for controlling the rotation of the above-mentioned vacuum pump 30 are stored in advance to apply the method of the present invention.

[0009] Next, an application example of the method of the present

invention is explained using the apparatus with the above constitution. First, in case a semiconductor wafer (not shown in the figure) is housed in the load lock chamber 16, the gate valve 18 installed at its side is opened, and using the robot arms which are not shown in the figure, the semiconductor wafer is introduced into it from a clean room side at an atmospheric pressure. Then, the gate valve 18 is closed, and the chamber inside is set to a sealed state. Also, in the meantime, the vacuum pump 30 installed in the vacuum exhaust system 32 is stopped. Thus, if the reception of the semiconductor wafer is completed, a vacuum exhaust operation is carried out. First, as mentioned above, in a state in which the vacuum pump 30 of the vacuum exhaust system 32 is stopped, the opening and closing valve 28 of the exhaust pipe 26 is set to an open state, and the vacuum pump 30 is rotated at low speed at the initial stage through an inverter control, for instance, by the speed control means 34. Then, the number of rotation of the pump 30 is increased. Thus, at the initial stage of the exhaust, that is, when the valve 28 is opened, since both the vacuum vessel inside and the exhaust system 32 are at an atmospheric pressure, there is no pressure difference between them. Therefore, since an unnecessary kinetic energy is not given to particles, their winding-up is not caused.

[0010] Then, in a pressure range where the vacuum vessel inside is near the atmospheric pressure, since the exhaust speed is suppressed by the low-speed rotation of the pump 30, the Reynolds

number of the exhaust is small, and the gas is exhausted in a layer flow state instead of a turbulent flow, and the winding-up of the particles is not caused. Thus, the number of rotation of the vacuum pump 30 is gradually increased. After starting the operation of the pump 30, the number of rotation is set to a stationary high-speed rotational frequency, that is, a nearly full power, and the vacuuming is carried out at high speed. At that time, as the increase patterns of the number of rotation of the pump 30, as shown by a solid line of Figure 3, the number of rotation may be linearly increased for 10 sec, or as shown by an alternate long and short dash line, the number of rotation may also be increased like drawing S letter. Also, without being limited to these two kinds of patterns, for example, the number of rotation may also be increased stepwise.

[0011] Also, in the above-mentioned application example, during the low-speed vacuuming period, that is, the period in which the number of rotation of the pump 30 is raised to a full power has been set to 10 sec, however without being limited to it, the range where winding-up of the particles is not caused and the vacuum exhaust time is not lengthened, for example, a range of preferably 1-60 sec is set. In general, the atmospheric pressure at which the particles having little kinetic energy are easily dropped by the gravity without being considerably influenced by a gas flow is almost 7.5 Torr or less, and the main point is how to rapidly vacuum the vessel inside without generating a turbulent flow up to this pressure from the atmospheric pressure. With the

setup of the low-speed vacuuming period in the above-mentioned range of 1-60 sec, a vacuum exhaust is possible while preventing winding-up of the particles up to the vessel inside pressure of near 7.5 Torr without lengthening the exhaust time.

[0012] Thus, in the pressure range near the atmospheric pressure, the exhaust speed is suppressed, and the exhaust speed is gradually raised along with the drop of the pressure, so that a high-speed vacuum exhaust is possible while suppressing the generation of a turbulent flow. Thereby, the semiconductor wafer with little attached particles can be transferred to the vacuum treatment vessel 20. Also, in the above-mentioned application example, the case where the method of the present invention is applied to the load lock chamber has been explained, however without being limited to it, needless to say, the present invention can also be applied to other vacuum vessels, for example, a vacuum reactor itself.

[0013] Next, the experimental results of the method of the present invention and the conventional exhaust method are explained based on Figures 4-8. The apparatus used in this experiment is shown in Figure 1, and the capacity of the vacuum vessel 16 is 50 l, the inner diameter of the exhaust pipe 26 is 50 mm, and the distance between the vessel 16 and the vacuum pump 30 is 2 m. The performance of the vacuum pump 30 is 80 m<sup>3</sup>/h.

Figure 4 shows a rise pattern in the case where the number of rotation is linearly increased after starting the operation of the vacuum pump and a full power is attained in 10 sec, and

Figure 5 shows a rise pattern in the case where a full power is attained in 30 sec. Figure 6 shows a rise pattern in the case a full power is attained in 60 sec. Figure 7 shows a rise pattern in the case where a pressure difference is formed between the vessel and the system by closing the opening and closing valve when raising and rotating the vacuum pump at a full power and the opening and closing valve is opened in this state. Figure 8 shows a rise pattern in the case where a slow vacuum exhaust is applied using an exhaust pipe with a diameter of 1/4 of the above-mentioned experimental example as an exhaust pipe.

[0014] Also, the upper numerals on each plot indicate the number of particles in the vessel, and the lower numerals indicate the number of particles at the exhaust port. The number of particles was indirectly attained by measuring the irregular reflectance of a laser beam. As shown in the figure, according to Figures 4, 5, and 6 of the method of the present invention, in case the pressure difference is not set at the initial stage of the vacuum exhaust and the exhaust speed is relatively suppressed, the number of particles in the vessel is considerably small, and winding-up of the particles is suppressed, so that good results can be obtained. On the contrary, as shown in Figure 7, in case the pressure difference is set at the initial stage and the pump vacuuming is applied at a full power from the beginning, though the decrease of the pressure is fast, the number of particles in the vessel is 46, and compared with the previous example, winding-up of the particles is considerably increased, which is

not preferable.

[0015] Also, as shown in Figure 8, in a slow exhaust case, the number of particles in the vessel is initially 41, which is a <sup>1/4</sup> considerably large number, and winding-up of the particles is large. Furthermore, the exhaust time also requires a long time, which is not especially preferable. The reason for this is considered that even in a slow vacuum exhaust, since the flow velocity is considerably accelerated by reducing the pipe diameter of the exhaust pipe, the above-mentioned undesirable results are obtained. Also, Figure 9 is a plot showing the number of integration of the number of particles in the vessel at the initial stage of the vacuum exhaust of Figures 4-7. According to the plot, as mentioned above, it is understood that it is preferable to set the rise time (the time until the vacuum pump is at a full power) in a range of 1-60 sec after starting the vacuum pump.

[0016]

(Effects of the invention)

As explained above, according to the present invention, the following excellent operation effects can be exerted. At the initial stage, no pressure difference is set, and in the pressure range near an atmospheric pressure, the exhaust speed is suppressed low. Along with the drop of the pressure, the exhaust speed is raised. Thus, while suppressing the generation of a turbulent flow, the vacuum exhaust is possible at high speed, so that the throughput can be improved. Also, since winding-up of

the particles can be suppressed, the yield can be improved.

#### 4. Brief description of the figures

Figure 1 is a constitutional diagram showing a vacuum vessel for applying the method for exhausting a vacuum vessel of the present invention.

Figure 2 is an illustrative diagram for explaining a conventional method for exhausting a vacuum vessel.

Figure 3 is a graph showing the output of a vacuum pump being controlled by the method of the present invention.

Figure 4 is a graph showing a rise pattern in which the rise time is set to 10 sec in the method of the present invention.

Figure 5 is a graph showing a rise pattern in which the rise time is set to 30 sec in the method of the present invention.

Figure 6 is a graph showing a rise pattern in which the rise time is set to 60 sec in the method of the present invention.

Figure 7 is a graph showing an example of a rise pattern of the conventional exhaust method.

Figure 8 is a graph showing another example of a rise pattern of the conventional exhaust method.

Figure 9 is a graph showing the number of particles in a vessel with respect to the difference of the rise time of the method of the present invention.

Explanation of symbols:

16 Load lock chamber (vacuum chamber)

20 Vacuum treatment vessel

- 24 Exhaust port
- 26 Exhaust pipe
- 28 Opening and closing valve
- 30 Vacuum pump
- 32 Vacuum exhaust system
- 34 Speed control means

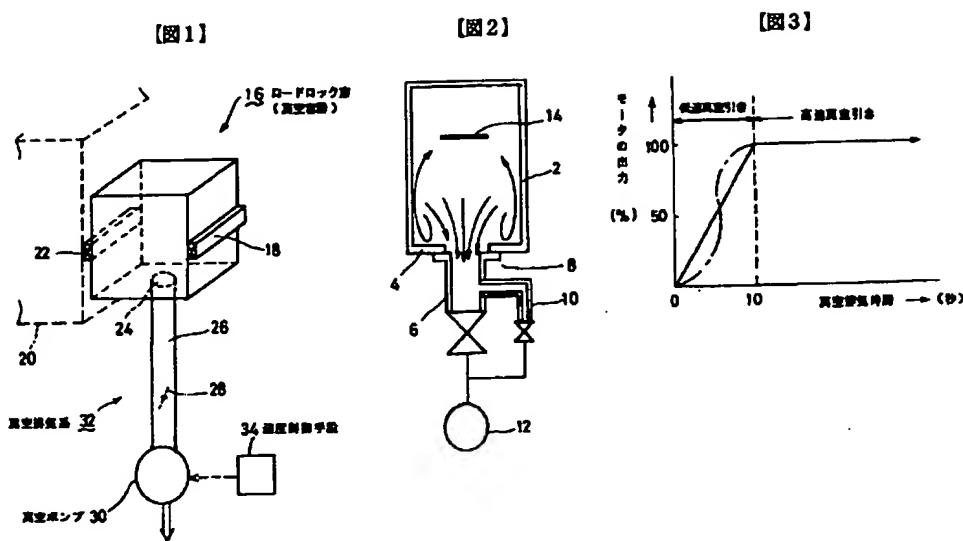


Figure 1:

- 16 Load lock chamber (vacuum chamber)
- 30 Vacuum pump
- 32 Vacuum exhaust system
- 34 Speed control means

Figure 3:

1. Output of a motor (%)

- 2. Low-speed vacuuming
- 3. High-speed vacuuming
- 4. Vacuum exhaust time (sec)

Figure 4:

- 1. Number of particles in the vessel
- 2. Number of particles at the exhaust port
- 3. Exhaust speed
- 4. Pressure
- 5. Rise pattern with a rise time of 10 sec
- 6. Exhaust speed

Figure 5:

- 1. Number of particles in the vessel
- 2. Number of particles at the exhaust port
- 3. Exhaust speed
- 4. Pressure
- 5. Rise pattern with a rise time of 30 sec
- 6. Exhaust speed

Figure 6:

- 1. Number of particles in the vessel
- 2. Number of particles at the exhaust port
- 3. Exhaust speed
- 4. Pressure
- 5. Rise pattern with a rise time of 60 sec
- 6. Exhaust speed

; ;

Figure 7:

1. Number of particles in the vessel
2. Number of particles at the exhaust port
3. Exhaust speed
4. Pressure
5. Rise pattern with a rise time of [illegible] sec
6. Exhaust speed

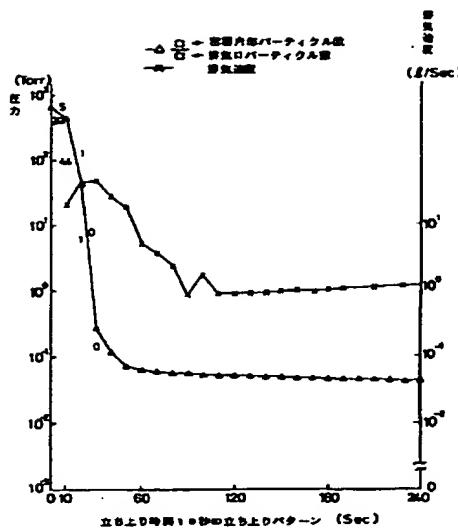
Figure 8:

1. Number of particles in the vessel
2. Number of particles at the exhaust port
3. Exhaust speed
4. Pressure
5. Rise pattern of a slow vacuum exhaust with 1/4 pipe
6. Exhaust speed

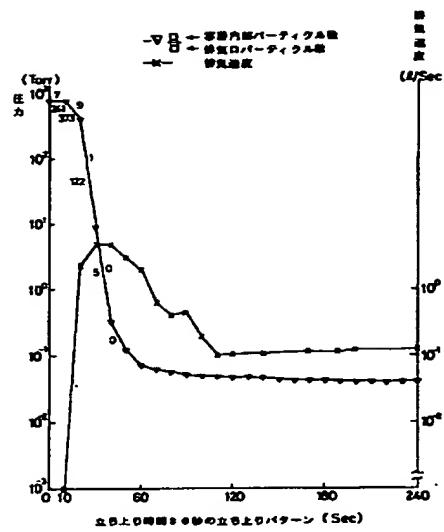
Figure 9:

1. Number of particles in the vessel
2. Rise time

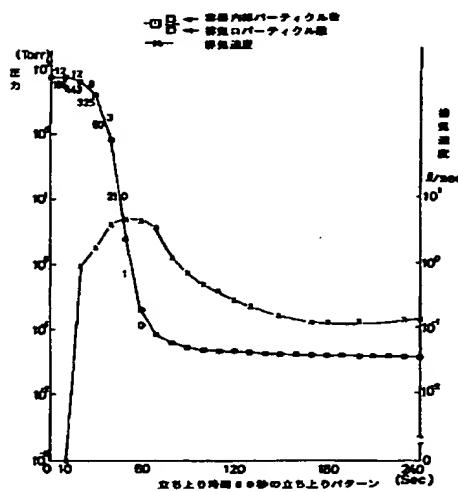
[図4]



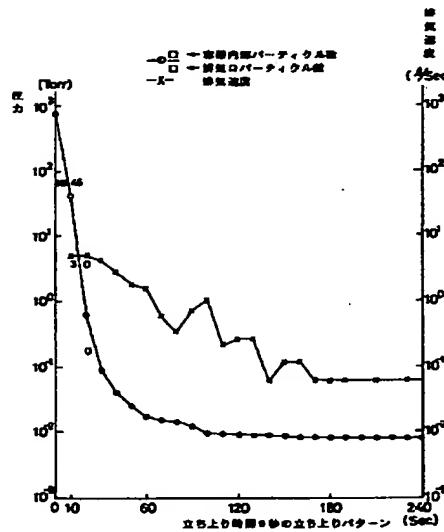
[図5]



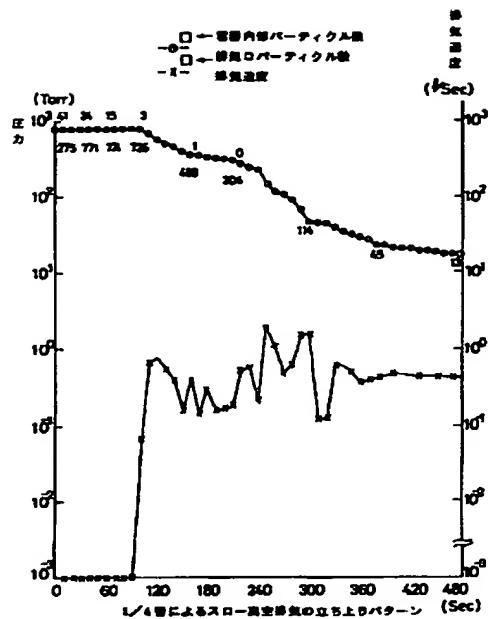
[図6]



[図7]



【図8】



【図9】

